

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-269617
(P2003-269617A)

(43) 公開日 平成15年9月25日 (2003.9.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード [*] (参考)
F 1 6 J 15/32	3 1 1	F 1 6 J 15/32	3 1 1 P 3 J 0 0 6
F 1 6 C 19/18		F 1 6 C 19/18	3 J 0 1 6
33/30		33/30	3 J 1 0 1
33/78		33/78	D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-71338(P2002-71338)

(22) 出願日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 松井 雅人

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100087457

弁理士 小山 武男 (外2名)

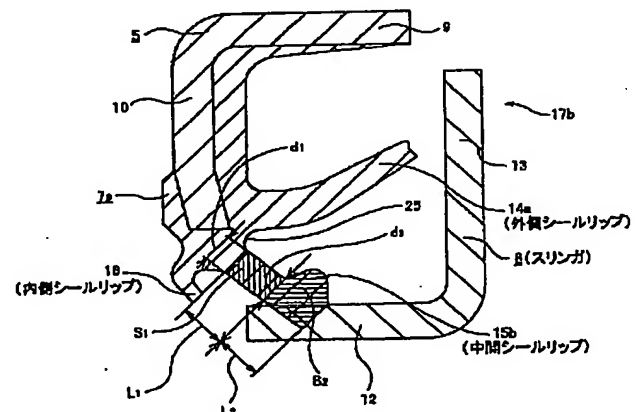
Fターム(参考) 3J006 AD02 AE23 AE42 AE46 CA01
3J016 AA01 BB03 BB05 CA02 CA07
3J101 AA02 AA32 AA43 AA54 AA62
BA53 BA55 BA64 BA73 FA13
FA31 GA03

(54) 【発明の名称】 密封装置とこれを組み込んだ転がり軸受及びハブユニット

(57) 【要約】

【課題】 3本のシールリップ14a、15b、16のうち、中間に位置する中間シールリップ15bのスリング6の動きに対する追従性を良好にし、更に、長期間に互り密封性を十分に確保する。

【解決手段】 上記中間シールリップ15bの厚さを、基端部から中間部に向かう程徐々に小さくすると共に、この中間部から先端部に向かう程大きくする。中間シールリップ15bの厚さを、先端寄り部分の一部で最大にする。中間シールリップ15bの基端部の厚さを d_1 とし、中間部で厚さが最小になった最小厚さ部分の厚さを d_2 とする。又、中間シールリップ15bの軸方向に関する断面で、上記基端部から上記最小厚さ部分に互る部分の面積を S_1 とし、この最小厚さ部分から先端縁に互る部分の面積を S_2 とする。この場合に、 $0.80d_1 \leq d_2 \leq 0.98d_1$ で、且つ、 $0.1S_2 \leq S_1 \leq 0.5S_2$ を満たす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内輪の外周面に設けた内輪軌道と外輪の内周面に設けた外輪軌道との間に複数の転動体を設けて上記内輪と外輪との相対回転を自在とした転がり軸受に組み込み、これら内輪の外周面と外輪の内周面との間を塞ぐ為、これら内輪の外周面と外輪の内周面とのうちの一方の周面に固定された保持部材と、弾性材により造られてこの保持部材にその一部を結合固定したシール材と、このシール材の一部に設けられて、その先端縁を、上記内輪の外周面と外輪の内周面とのうちの他方に設けられた径方向に向いた周面又はこの他方に支持された部材の径方向に向いた周面に摺接させた径方向シールリップとを備えた密封装置に於いて、この径方向シールリップの厚さが、基端部から中間部に向かう程小さくなると共に、この中間部から先端縁に互る部分の厚さが、この中間部の厚さ以上になっており、且つ、上記径方向シールリップの厚さがこの中間部から上記先端縁に互る部分の一部で最大になっており、且つ、この径方向シールリップの基端部の厚さを d_1 、中間部で厚さが最小になる最小厚さ部分の厚さを d_2 とし、この径方向シールリップの中心軸を含む仮想平面に関する断面で、上記基端部から上記最小厚さ部分に互る部分の面積を S_1 、この最小厚さ部分から上記先端縁に互る部分の面積を S_2 とした場合に、 $0.80d_1 \leq d_2 \leq 0.98d_1$ で、且つ、 $0.1S_2 \leq S_1 \leq 0.5S_2$ を満たしている事の特徴とする密封装置。

【請求項2】 請求項1に記載した密封装置を少なくとも1個組み込んだ転がり軸受。

【請求項3】 内輪又は外輪が車輪を固定する為のハブであり、請求項1に記載した密封装置を少なくとも1個組み込んだハブユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明に係る密封装置と転がり軸受及びハブユニットは、例えば自動車用車輪の支持装置等の回転支持部に組み込む転がり軸受やハブユニットの密封装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 各種機械装置の回転支持部に、玉軸受、円筒ころ軸受、円すいころ軸受等の転がり軸受が組み込まれている。このような転がり軸受には密封装置を組み込んで、この転がり軸受の内部に封入したグリースが外部に漏洩する事を防止すると共に、外部に存在する雨水、泥、塵等の各種異物が転がり軸受の内部に入り込む事を防止している。図8～10は、この様な目的で転がり軸受の端部開口に装着した密封装置の従来構造の2例を示している。

【0003】 先ず、図8～9に示した従来構造の第1例の密封装置17、17は、特開平10-252762号公報に記載されたもので、保持部材である芯金5と、ス

リング6と、シール材7とから成る。このうちの芯金5は、外輪8の端部内周面に内嵌固定自在な外径側円筒部9と、この外径側円筒部9の軸方向内端縁（転がり軸受1の軸方向中央寄り端縁で、図9の左端縁）から直径方向内方に折れ曲がった内側円筒部10を備えた、断面L字形で全体を円環状としている。又、上記スリング6は、内輪11の端部外周面に外嵌固定自在な内径側円筒部12と、この内径側円筒部12の軸方向外端縁（転がり軸受1の軸方向開口寄り端縁で、図9の右端縁）から直径方向外方に折れ曲がった外側円筒部13とを備えた、断面L字形で円環状としている。又、上記シール材7は、ゴムの如きエラストマー等の弾性材により造られて、外側、中間、内側の3本のシールリップ14～16を備え、上記芯金5にその基端部を結合固定している。そして、最も外側に位置する外側シールリップ14の先端縁を、上記スリング6を構成する外側円筒部13の内側面に摺接させ、残り2本のシールリップである中間シールリップ15及び内側シールリップ16の先端縁を、上記スリング6を構成する内径側円筒部12の外周面に摺接させている。

【0004】 又、図8～9に示した従来構造の第1例の場合、上記シール材7に設けた3本のシールリップ14～16のうち、最も外側に位置する外側シールリップ14の厚さを、基端部から先端縁に向かう程徐々に小さくしている。又、最も内側に位置する内側シールリップ16の厚さも、基端部から先端縁に向かう程徐々に小さくしている。そして、この内側シールリップ16を、先端縁に向かう程、転がり軸受の軸方向外側に向かう方向に傾斜させている。又、請求項に記載した径方向シールリップに相当する、中間に位置する中間シールリップ15の厚さを、基端部と先端縁とを除いた中間部で、全長に互りほぼ等しくしている。

【0005】 上述の様な密封装置17は、転がり軸受1の端部に組み込んで使用する。図8に示す転がり軸受1の場合、1対の内輪11、11の外周面に内輪軌道18、18を形成すると共に、これら内輪11、11の周囲に設けた外輪8の内周面に、1対の外輪軌道19、19を形成している。そして、これら各外輪軌道19、19と上記各内輪軌道18、18との間に、複数の転動体20、20を転動自在に組み込んでいる。

【0006】 又、図10に示す従来構造の第2例の密封装置17aの場合も、上述の図8～9に示した第1例の構造とほぼ同様の構造を有する。特に、本例の場合には、3本のシールリップ14a、15a、16のうち、最も外側に位置する外側シールリップ14aの厚さを、基端部から先端縁に互る全長で、ほぼ同じにしている。又、請求項に記載した径方向シールリップに相当する、中間に位置する中間シールリップ15aの厚さを、基端部から中間部に向かう程徐々に大きく（厚く）すると共に、先端寄り部分で急激に大きくし、更に先端縁付近で

小さく（薄く）している。そして、上記中間シールリップ15aの厚さを、基端部で最も小さくしている。又、この中間シールリップ15aの中心軸を含む仮想平面に関する断面で、この中間シールリップ15aの中間部で厚さが急激に変化する部分から基端部に互る部分の面積を S_1 とし、この厚さが急激に変化する部分から先端縁に互る部分の面積を S_2 とした場合に、 $S_1 < S_2$ を満たす様に規制している。尚、図10は、芯金5及びシール材7と、スリング6とを組み合わせる以前の状態で、これらシール材7とスリング6とを、それぞれ自由状態のまま、一部で重ね合わせた状態を示すものであり、実際の組み合わせ前又は後の状態を示すものではない。

【0007】上述の様な従来構造の第1～2例は何れも、各シール材7に設けたシールリップ14、14a、15、15a、16の先端縁とスリング6とを摺接させる事により、転がり軸受1（図8）の端部開口を塞ぐ。そして、この転がり軸受1の内部に封入したグリースが外部に漏洩する事を防止すると共に、外部に存在する雨水、泥、塵等の各種異物が転がり軸受の内部に入り込む事を防止する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述の図8～10に示した従来構造の2例の場合、次に述べる様な点を改良する事が望まれている。即ち、これら従来構造の2例を、例えば、自動車用車輪の支持装置に組み込む転がり軸受1に使用した場合で、自動車が急旋回した場合には、スリング6を外嵌した内輪11と、芯金5を内嵌した外輪8とが、相対的に傾く（両部材11、8の中心軸が不一致になる）可能性がある。この様に内、外両輪11、8が相対的に傾いた場合には、上記スリング6と芯金5とが一部で近づいて、上記各シールリップ14、14a、15、15a、16が過度に圧縮される。又、何らかの理由で、内輪11が外輪8に対し偏心しても、上記各シールリップ14、14a、15、15a、16が過度に圧縮される可能性がある。この様に各シールリップ14、14a、15、15a、16が過度に圧縮された場合、これら各シールリップ14、14a、15、15a、16の先端縁がスリング6に押し付けられる力である、所謂緊迫力が大きくなる。この為、上記各シールリップ14、14a、15、15a、16の先端縁が摩耗し易くなり、これら各シールリップ14、14a、15、15a、16の先端縁とスリング6との摺接部での密封性能が悪化する。又、この場合、転がり軸受1の回転トルクが大きくなる。

【0009】又、上記内、外両輪11、8同士が相対的に傾いたり、内輪11が外輪8に対し偏心すると、これら両輪11、8の周面同士が上記一部と径方向反対側部分で互いに遠ざかる為、この反対側部分に存在するシールリップ14、14a、15、15a、16の緊迫力が小さくなり、密封装置17、17aの内部に雨水等が進

入し易くなる。これに対して、上記シールリップ14、14a、15、15a、16の初期締め代を大きくする事により、上記緊迫力が上記反対側部分で不足するのを防止する事も考えられる。但し、この場合には、上記内、外両輪11、8同士の相対的な傾きにより、互いに近づき合う周面部分に存在する上記シールリップ14、14a、15、15a、16の緊迫力が更に大きくなる。この為、これら各シールリップ14、14a、15、15a、16の先端縁が更に摩耗して、密封性能が更に悪化する。又、転がり軸受1の回転トルクも更に大きくなる。

【0010】特に、図8～9に示した従来構造の第1例の場合、複数のシールリップ14、15、16のうち、中間に位置する中間シールリップ15の厚さを、基端部と先端縁とを除いた中間部で、全長に互りほぼ等しくしている。この為、上記内、外両輪11、8同士が相対的に傾いたり、或は内輪11が外輪8に対し偏心した場合には、上記中間シールリップ15の先端縁がスリング6の表面の動きに対し追従しにくい。従って、この中間シールリップ15の一部で、緊迫力が過大になったり、この一部と径方向反対側部分で、逆に緊迫力が過小になり易い。

【0011】これに対して、図10に示した従来構造の第2例の場合、中間シールリップ15aの厚さを、基端部から中間部に向かう程徐々に大きくすると共に、先端部で急激に大きくしている。又、この中間シールリップ15aの中心軸を含む仮想平面に関する断面で、先端寄り部分の面積 S_2 を、基端寄り部分の面積 S_1 よりも大きくしている（ $S_2 > S_1$ ）。この為、従来構造の第2例の場合には、上記内、外両輪8、11同士が相対的に傾いたり、或いは内輪8が外輪11に対し偏心した場合でも、上記中間シールリップ15aの先端縁がスリング6の表面の動きに対し、上記従来構造の第1例の場合よりも追従し易くなる。但し、上記従来構造の第2例の場合には、この中間シールリップ15aの厚さを、基端部で最も小さくしている。この為、芯金5及びシール材7とスリング6とを組み合わせた状態で、上記中間シールリップ15aの基端部に、大きい歪みが発生し易い。この様に大きい歪みが発生した場合には、この基端部で応力によるへたり（弾力性の低下）を生じ易くなる。この為、長期間の使用に伴って上記中間シールリップ15aの緊迫力が小さくなり、密封装置17aの密封性が低下し易くなる。本発明は、この様な事情に鑑みて、相手側の周面の動きに対する径方向シールリップの追従性を良好にすると共に、長期間に互り密封性を十分に確保すべく発明したものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の密封装置と転がり軸受及びハブユニットのうち、請求項1に記載した密封装置は、内輪の外周面に設けた内輪軌道と外輪の内周

面に設けた外輪軌道との間に複数の転動体を設けて上記内輪と外輪との相対回転を自在とした転がり軸受に組み込み、これら内輪の外周面と外輪の内周面との間を塞ぐものである。この為に、本発明の密封装置は、前述の図8～10に示した従来構造の第1～2例と同様に、保持部材と、シール材と、径方向シールリップとを備える。このうちの保持部材は、上記内輪の外周面と外輪の内周面とのうちの一方の周面に固定されている。又、上記シール材は、弾性材により造られて上記保持部材にその一部を結合固定している。又、上記径方向シールリップは、上記シール材の一部に設けられて、その先端縁を、上記内輪の外周面と外輪の内周面とのうちの他方に設けられた径方向に向いた周面又はこの他方に支持された部材の径方向に向いた周面に摺接させている。

【0013】特に、請求項1に記載した密封装置に於いては、上記径方向シールリップの厚さが、基端部から中間部に向かう程小さくすると共に、この中間部から先端縁に互る部分の厚さが、この基端部からこの中間部に互る部分の厚さよりも大きくなっている。又、上記径方向シールリップの厚さが、上記中間部から上記先端縁に互る部分の一部で最大になっている。そして、この径方向シールリップの基端部の厚さを d_1 、中間部で厚さが最小になる最小厚さ部分の厚さを d_2 とし、この径方向シールリップの中心軸を含む仮想平面に関する断面で、上記基端部から上記最小厚さ部分に互る部分の面積を S_1 とし、この最小厚さ部分から先端縁に互る部分の面積を S_2 とした場合に、 $0.80d_1 \leq d_2 \leq 0.98d_1$ で、且つ、 $0.1S_2 \leq S_1 \leq 0.5S_2$ を満たしている。

【0014】又、請求項2に記載した転がり軸受は、請求項1に記載した密封装置を少なくとも1個組み込んでいる。又、請求項3に記載したハブユニットは、内輪又は外輪が車輪を固定する為のハブであり、請求項1に記載した密封装置を少なくとも1個組み込んでいる。

【0015】

【作用】上述の様に構成する本発明の密封装置と転がり軸受とハブユニットによれば、相手側の周面の動きに対する、シール材に設けた径方向シールリップの追従性を良好にすると共に、長期間に互り密封性を十分に確保することができる。即ち、本発明の密封装置の場合、この径方向シールリップの中心軸を含む仮想平面に関する断面で、基端寄り部分の面積 S_1 を、先端寄り部分の面積 S_2 の0.5倍以下にしている。この為、使用時に、内輪が外輪に対し傾いたり、或は偏心する事により、保持部材と上記相手側の周面とが一部で近づいたり、或は遠ざかった場合でも、上記径方向シールリップの先端縁が、相手側の周面の動きに対して良好に追従する。この為、上記径方向シールリップの緊迫力の変化を抑える事ができる。従って、この径方向シールリップの先端縁の摩擦を抑えて、良好な密封性能を得る事ができると共に、回

転トルクの増大を抑える事ができる。更に、上記径方向シールリップの基端寄り部分の面積 S_1 を、先端寄り部分の面積 S_2 の0.1倍以上にしている為、この径方向シールリップの耐久性を確保しつつ、この径方向シールリップと、この径方向シールリップと隣り合う別のシールリップとが干渉するのを防止できる。

【0016】しかも、本発明の場合には、上記径方向シールリップの中間部の厚さを基端部の厚さ d_1 よりも小さくすると共に、この中間部の最小厚さ部分での厚さ d_2 を上記基端部の厚さ d_1 よりも少しだけ小さくしている。この為、上記径方向シールリップの先端縁を、内輪又はハブの外周面と外輪の内周面とのうちの他方に設けられた径方向に向いた周面又はこの他方に支持された部材の径方向に向いた周面に摺接させた状態で、上記径方向シールリップの弾性変形量に部分的に大きな差が生じる事を防止し、この径方向シールリップに加わる応力を、基端部から中間部に互ってほぼ等しくできる。この様に、前述の図10に示した従来構造の第2例の場合と異なり、上記径方向シールリップの一部に過大な応力が生じる事がなくなる為、応力に基づくへたりを生じにくくでき、長期間に互り密封性を十分に確保できる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1～2は、本発明の実施の形態の1例を示している。本発明の密封装置17bは、保持部材である芯金5と、スリング6と、シール材7aとから成る。このうちの芯金5は、低炭素鋼板等の金属板にプレス加工等の打ち抜き加工並びに塑性加工を施す事により、一体成形している。この様な芯金5は、転がり軸受1を構成する外輪8（図8参照）の外端部内周面に内嵌固定自在な外径側円筒部9と、この外径側円筒部9の軸方向内端縁（図1、2の左端縁）から直径方向内方に折れ曲がった内側円筒部10とを備えた、断面略L字形で全体を円環状としている。

【0018】又、上記スリング6は、ステンレス鋼板等、優れた耐食性を有する金属板に、やはりプレス加工等の打ち抜き加工並びに塑性加工を施す事により、一体成形している。この様なスリング6は、上記転がり軸受1を構成する内輪11（図8参照）の外端部外周面に外嵌固定自在な内径側円筒部12と、この内径側円筒部12の軸方向外端縁（図1、2の右端縁）から直径方向外方に折れ曲がった外側円筒部13とを備えた、断面略L字形で全体を円環状としている。尚、図1は、芯金5及びシール材7と、スリング6とを組み合わせる以前の状態を示している。但し、同図は、これらシール材7とスリング6とを、それぞれ自由状態のまま、一部で重ね合わせた状態を示すものであり、実際の組み合わせ前の状態を示すものではない。

【0019】又、上記シール材7aは、ゴムの如きエラストマー等の弾性材により造られて、外側、中間、内側の3本のシールリップ14a、15b、16を備え、上

記芯金5にその基端部を結合固定している。そして、最も外側に位置する外側シールリップ14aの先端縁を上記スリング6を構成する外側円筒部13の内側面に摺接させ、残り2本のシールリップである、請求項に記載した径方向シールリップに相当する中間シールリップ15bと、内側シールリップ16との先端縁を、上記スリング6を構成する内径側円筒部12の外周面に摺接させている。又、上記3本のシールリップ14、15a、16は総て、それぞれの先端縁に向かう程上転がり軸受18の軸方向外側に向かう方向に傾斜させている。

【0020】そして、本発明の場合には、上記中間シールリップ15bの厚さを、基端部から中間部に向かう程徐々に小さくすると共に、この厚さが最小になった最小厚さ部分から先端部に向かう程急激に大きくしている。そして、この最小厚さ部分から先端縁に互る部分の厚さを、この最小厚さ部分の厚さ以上に（上記基端部からこの最小厚さ部分に互る部分の最小厚さ以上に）している。又、上記中間シールリップ15bの厚さがこの最小厚さ部分から上記先端縁に互る部分のほぼ中央部で最大になる様にしている。そして、この中間シールリップ15bの基端部の厚さを d_1 、上記最小厚さ部分の厚さを d_2 とした場合に、 $0.80d_1 \leq d_2 \leq 0.98d_1$ を満たす様にしている。例えば、上記最小厚さ部分の厚さ d_2 を、上記基端部の厚さ d_1 の0.90倍とする（ $d_2 = 0.90d_1$ ）。尚、この基端部の厚さ d_1 は、上記中間シールリップ15bのうち、基端部付近に設けた断面円弧形の隅R部25を除いた部分で、最も基端に位置する部分の厚さとする。又、本例の場合には、上記基端部から上記最小厚さ部分に互る長さ L_1 と、この最小厚さ部分から先端縁に互る長さ L_2 とをほぼ等しくしている（ $L_1 \approx L_2$ ）。

【0021】又、本発明の場合には、上記中間シールリップ15bの軸方向に関する断面で、厚さが d_1 である上記基端部から、厚さが d_2 である上記最小厚さ部分に互る部分の面積を S_1 とし、この最小厚さ部分から先端縁に互る部分の面積を S_2 とした場合に、 $0.1S_2 \leq S_1 \leq 0.5S_2$ を満たす様にしている。例えば、上記基端部から上記最小厚さ部分に互る部分の面積 S_1 を、この最小厚さ部分から先端縁に互る部分の面積 S_2 の0.3倍とする（ $S_1 = 0.3S_2$ ）。

【0022】上述の様に構成する本発明の密封装置とこれを組み込んだ転がり軸受の場合、シール材7aに設けた中間シールリップ15bの中心軸を含む仮想平面に関する断面で、基端寄り部分の面積 S_1 を、先端寄り部分の面積 S_2 の0.5倍以下としている（ $S_1 \leq 0.5S_2$ ）。この為、上記中間シールリップ15bの基本部を弾性変形し易くできる。そして、使用時に、内輪11が外輪8に対し傾いたり、或は偏心する事により、芯金5と上記内径側円筒部12の外周面との距離が変化した場合でも、上記

中間シールリップ15bの先端縁が、スリング6を構成する内径側円筒部12の外周面の動きに対して良好に追従する。この為、上記中間シールリップ15bの緊迫力の変化を抑える事ができる。従って、この中間シールリップ15bの先端縁の摩耗を抑えて、良好な密封性能を得る事ができると共に、転がり軸受1の回転トルクの増大を抑える事ができる。更に、本発明の場合、上記中間シールリップ15bの基端寄り部分の面積 S_1 を、先端寄り部分の面積 S_2 の0.1倍以上（ $S_1 \geq 0.1S_2$ ）としている。この為、この中間シールリップ15bの基本部に十分な強度、剛性を持たせて、この中間シールリップ15bの耐久性を確保できる。逆に、この中間シールリップ15bの先端寄り部分が過大にならない為、この中間シールリップ15bと、この中間シールリップ15bに隣り合う外側、内側各シールリップ14a、16とが干渉するのを防止できる。

【0023】しかも、本発明の場合には、上記中間シールリップ15bの中間部の厚さを、基端部の厚さ d_1 よりも小さくすると共に、この基端部の厚さ d_1 と、この中間部の最小厚さ部分の厚さ d_2 とを、 $0.80d_1 \leq d_2 \leq 0.98d_1$ を満たす様に規制している。この為、この中間シールリップ15bの先端縁を上記内径側円筒部12の外周面に摺接させた状態で、この中間シールリップ15bの基端部から中間部に互る部分がほぼ均一に弾性変形して、この部分に加わる応力をほぼ等しくできる。従って、前述の図10に示した従来構造の第2例の場合と異なり、上記中間シールリップ15bの一部に過大な応力が生じる事がなくなって、応力に基づくべだり（弾力性の低減）を生じにくくでき、長期間に亘り転がり軸受1の密封性を十分に確保できる。

【0024】更に、本例の場合には、上記中間シールリップ15bを含め、3本のシールリップ14a、15b、16は総て、それぞれの先端縁に向かう程転がり軸受1の軸方向外側に向かう方向に傾斜している。この為、転がり軸受1の内部に封入したグリースが上記各シールリップ14a、15a、16の先端縁とスリング6との摺接部に、適度に供給される。従って、これら各摺接部の潤滑状態を良好に保持して、転がり軸受1の回転トルクを低く抑えると共に、各摺接部をグリースにより塞いで、これら各摺接部の密封性能を向上させる事ができる。更に、総てのシールリップ14a、15b、16の基端部を互いに離隔させる事ができる為、隣接するシールリップ14a、15b、16同士の動きが互いに干渉し合う事がなくなる。従って、これら各シールリップ14、15a、16aの先端縁が、上記スリング6の表面の動きに対してより良好に追従し、より良好な密封性能を得る事ができると共に、転がり軸受1の回転トルクの増大をより抑える事ができる。

【0025】次に、本発明の発明者が、本発明の効果を確認する為に行なった第一のシミュレーションの結果に

就いて説明する。この第一のシミュレーションでは、図3に示す構造を有する従来品と、上述の図1～2に示した本発明の構造を有する本発明品とを用いて、中間シールリップ15a、15bの各部の厚さの関係が、この中間シールリップ15a、15bの歪みの大きさに及ぼす影響を調べた。

【0026】尚、図3に示す構造を有する従来品は、前述の図10に示した従来構造の第2例と同様の構造を有するもので、中間シールリップ15aの厚さを、基端部から中間部に向かう程徐々に大きくすると共に、先端部で急激に大きくしている。又、この中間シールリップ15aの基端部の厚さを d_1 とし、中間部で厚さが急激に変化する部分の厚さを d_2 とした場合に、 $d_2 = 1.3d_1$ としている。又、上記中間シールリップ15aの中心軸を含む仮想平面に関する断面で、厚さが d_1 である上記基端部から、この中間シールリップ15aの中間部で厚さが急激に変化する、厚さが d_2 である部分に互る部分の面積 S_1 と、この中間部で厚さが急激に変化する部分から先端縁に互る部分の面積 S_2 との関係を、 $S_1 = 0.5S_2$ としている。

【0027】これに対して、本シミュレーションで用いる本発明品の基端部の厚さ d_1 と、中間部の最小厚さ部分の厚さ d_2 との関係は、 $d_2 = 0.90d_1$ としている。又、本発明品の中間シールリップ15bの軸方向に関する断面で、基端部から最小厚さ部分に互る部分の面積 S_1 と、この最小厚さ部分から先端縁に互る部分の面積 S_2 との関係を、 $S_1 = 0.3S_2$ としている。

【0028】そして、上記従来品と本発明品とに就いて、中間シールリップ15a、15bの先端縁をスリング6の内径側円筒部12の外周面に摺接させた状態で、この中間シールリップ15a、15bの基端部から中間部に互る歪みの分布を、有限要素法により求めた。図2、3に示した中間シールリップ15a、15b中に、この様にして求めた歪みの分布を示している。尚、これら各図中に示した、マイナスの符号を付した数字は、中間シールリップ15a、15bの各部で生じた歪みの大きさ（圧縮歪み）を表している。

【0029】これら各図に示した第一のシミュレーションの結果から明らかな様に、図3に示した従来品の場合には、中間シールリップ15aの基端部の外径寄り部分で、最大歪みが -0.15 と大きくなっている。これに対して、図2に示した本発明品の場合には、中間シールリップ15bの基端部外径寄り部分から中間部外径寄り部分に互る比較的に広い範囲で、最大歪みが -0.12 と、従来品に対して20%小さくなっている。従って、本発明品の場合には、中間シールリップ15bに生じる最大応力を小さくでき、応力に基づくへたりを生じにくくできる。

【0030】次に、図4は、本発明の発明者が本発明の効果を確認すべく行なった、第二のシミュレーションの

結果を示している。この第二のシミュレーションでは、中間シールリップ15bの基端部と中間部との厚さの比 d_2/d_1 と、この中間シールリップ15bに生じる最大歪みの絶対値との関係を求めた。図4に示した第二のシミュレーションの結果から明らかな様に、上記比 d_2/d_1 が本発明の範囲である、 0.80 以上 0.98 以下（図4の矢印aで示す範囲）である場合には、中間シールリップ15bの最大歪みを小さく抑える事ができ、この中間シールリップ15bに生じる最大応力を小さくできる。

【0031】次に、図5は、本発明の発明者が本発明の効果を確認すべく行なった、第三のシミュレーションの結果を示している。この第三のシミュレーションでは、前述の図9に示した従来構造の第1例と同様の構造を有する従来品と、本発明品とを用いて、中間シールリップ15、15bの中心軸を含む仮想平面に関する断面で、基端寄り部分の面積 S_1 と先端寄り部分の面積 S_2 との比 S_1/S_2 の相違が、シールリップとスリングとの接触部の円周方向位置と、上記中間シールリップ15、15bの緊迫力との関係に及ぼす影響を調べた。尚、従来品に関する面積 S_1 、 S_2 の境界は、中間シールリップ15の中間部で厚さが最小になる最小厚さ部分とした。そして、本シミュレーションで用いる従来品に関する比 S_1/S_2 は 1.0 とし、本発明品に関する比 S_1/S_2 は 0.3 とした。

【0032】そして、上記従来品と本発明品とに就いて、芯金5に対しスリング6を所定の角度分傾斜させた状態で、中間シールリップ15、15bの緊迫力の円周方向に関する分布を、有限要素法により求めた。尚、図5で、横軸は、中間シールリップ15、15bの先端縁とスリング6の外周面との摺接部の円周方向位置を、縦軸は、この中間シールリップ15、15bの緊迫力を、それぞれ表している。又、この縦軸の数値は、芯金5に対しスリング6を傾斜させない状態での、中間シールリップ15の緊迫力の平均値を1として、この平均値を基準とした場合の相対値で表している。又、同図中、実線は本発明品、破線は従来品で、それぞれ芯金5に対しスリング6を所定角度分傾斜させた状態での、上記中間シールリップ15、15bの緊迫力を表している。尚、一点鎖線は、芯金5に対しスリング6を傾斜させない状態での緊迫力を表している。

【0033】図5に示したシミュレーションの結果から明らかな様に、従来品で芯金5に対しスリング6を傾斜させた場合には、上記摺接部の円周方向に関する緊迫力は、約 $0.7 \sim 1.5$ の範囲で変化した。これに対して、本発明品の場合には、上記緊迫力が、約 $0.8 \sim 1.2$ の比較的に狭い範囲で変化した。この様なシミュレーションの結果から明らかな様に、中間シールリップ15bの軸方向に関する断面で、基端寄り部分の面積 S_1 を先端寄り部分の面積 S_2 の 0.3 倍とした、本発明品

の場合には、芯金 5 に対しスリング 6 を傾斜させた場合でも、中間シールリップ 15b の緊迫力の最大値と最小値との差を小さくできる。このことから、スリング 6 の外周面の動きに対する、この中間シールリップ 15b の追従性を良好にできる事が分かる。

【0034】次に、図 6 は、芯金 5 に対しスリング 6 を所定角度分傾斜させた状態で、中間シールリップ 15b の中心軸を含む仮想平面に関する断面で、基端寄り部分の面積 S_1 と先端寄り部分の面積 S_2 との比 S_1 / S_2 と、この中間シールリップ 15b の緊迫力の振幅との関係を示している。この様な図 6 から明らかな様に、上記比 S_1 / S_2 が 0.5 以下である場合 ($S_1 / S_2 \leq 0.5$) には、上記緊迫力の振幅を小さく抑える事ができる。これに対して、上記比 S_1 / S_2 が 0.5 を越えると ($S_1 / S_2 > 0.5$)、この比 S_1 / S_2 が増大するに伴って、上記緊迫力の振幅が急激に増大する。この様に緊迫力の振幅が大きくなると、上記スリング 6 の外周面の動きに対する上記中間シールリップ 15b の追従性が不良になる。

【0035】一方、上記比 S_1 / S_2 を 0.1 未満とする為には、上記中間シールリップ 15b の基端寄り部分の面積 S_1 を十分に小さくするか、先端寄り部分の面積 S_2 を十分に大きくする必要がある。そして、この中間シールリップ 15b の基端寄り部分の面積 S_1 を十分に小さくする場合には、この中間シールリップ 15b の基端寄り部分の厚さが過小になる為、耐久性を十分に確保できなくなる。又、この中間シールリップ 15b の先端寄り部分の面積 S_2 を十分に大きくする場合には、シール材 7a の一部にこの中間シールリップ 15b と隣り合う状態で設ける外側シールリップ 14a (又は内側シールリップ 16) (図 1、2 参照) と、上記中間シールリップ 15b とが干渉し易くなる。本発明の場合には、前述の様に、上記比 S_1 / S_2 を $0.1 \leq S_2 \leq S_1 \leq 0.5$ S_2 を満たす様に規制する為、上述の様な不都合が生じるのを防止しつつ、スリング 6 の動きに対する中間シールリップ 15b の追従性を良好にする事ができる。

【0036】尚、本発明の密封装置及びこれを組み込んだ転がり軸受は、使用時に転がり軸受 1 を構成する内輪 11 と外輪 8 との何れが回転する場合でも実施できる。又、本発明の密封装置及びこれを組み込んだ転がり軸受は、内輪 11 を、車輪を支持する為のハブの外周面に外嵌固定すると共に、外輪 8 を、自動車の懸架装置を構成するナックルの支持孔に内嵌固定自在とした、ハブユニットに組み込んで使用する事もできる。又、この場合に、上記外輪 8 の外周面に、上記ナックルの端面に固定する為の固定側フランジを形成する事もできる。更に、図 7 に示す様に、ハブ 21 の内端部外周面に、外周面に内輪軌道 18 を有する内輪 11 を外嵌固定すると共に、上記ハブ 21 の中間部外周面でこの内輪 11 から外れた部分に別の内輪軌道 18 を形成したハブユニットに、本

発明の密封装置 17b を組み込む事もできる。又、この図 7 に示したハブユニットの場合には、外輪 8 の外周面に、ナックル 22 の端面に固定する為の固定側フランジ 23 を形成している。又、上記ハブ 21 の外端寄り部分外周面に、車輪を固定する為の回転側フランジ 24 を形成している。尚、同図に示したハブユニットで、ハブ 21 の中間部外周面と外輪 8 の外端部内周面との間に組み込んだ密封装置 17c の様に、シール材 7a に設けたシールリップの先端縁を、ハブ 21 (又は内輪 11) の外周面に直接摺接させる構造に、本発明を適用する事もできる。更には、ハブを外輪側に設けた (外輪回転型の) ハブユニットで実施する事もできる。

【0037】

【発明の効果】本発明は、以上に述べた通り構成され作用するので、優れたシール性及び耐久性を有し、しかも回転トルクが小さい密封装置を実現できる。この為、雨水、泥、塵等の各種異物が転がり軸受やハブユニットの内部空間に入り込む事を防止して、この転がり軸受やハブユニットの耐久性の向上を図ると共に、燃費性能や加速性能を中心とする、車両の走行性能の向上を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態の第 1 例を示す、図 10 と同様の図。

【図 2】図 1 の状態から、シール材及び芯金と、スリングとを組み合わせた状態で示す部分断面図。

【図 3】比較の為に使用した従来構造の 1 例を示す、図 2 と同様の図。

【図 4】中間シールリップの各部の厚さの比 d_2 / d_1 と、この中間シールリップに生じる最大歪み (絶対値) との関係を示す線図。

【図 5】中間シールリップの緊迫力の円周方向に関する分布を示す図。

【図 6】中間シールリップの基端寄り部分と先端寄り部分との断面積の比 S_1 / S_2 と、この中間シールリップの緊迫力の振幅との関係を示す線図。

【図 7】本発明の密封装置を組み込んだハブユニットを示す断面図。

【図 8】従来構造の第 1 例の密封装置を、転がり軸受に組み込んだ状態で示す半部断面図。

【図 9】同密封装置のみを取り出して示す部分拡大断面図。

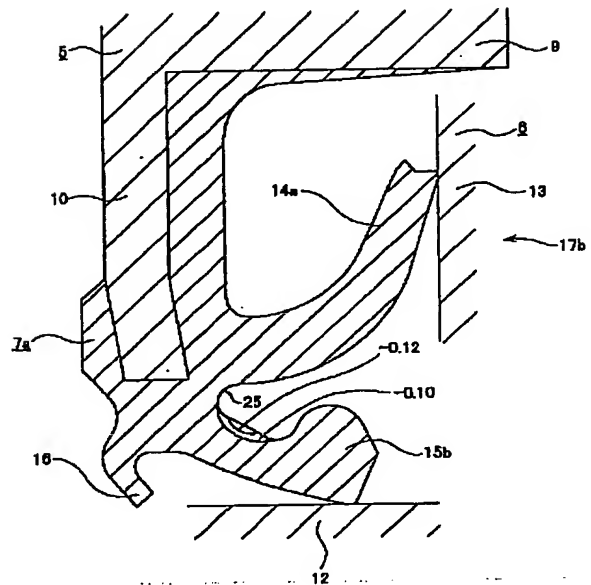
【図 10】従来構造の第 2 例の密封装置を、芯金及びシール材と、スリングとを組み合わせる以前の状態で示す部分断面図。

【符号の説明】

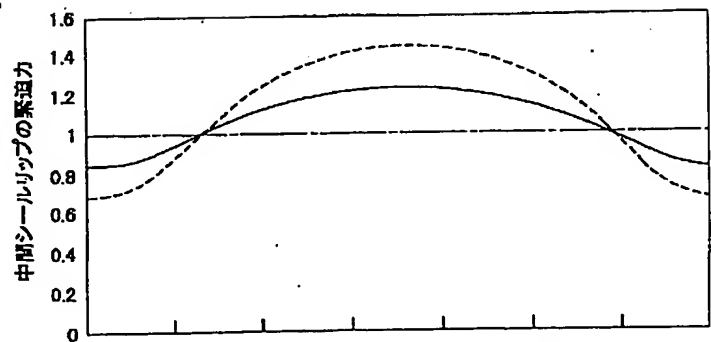
- 1 転がり軸受
- 5 芯金
- 6 スリング
- 7、7a シール材
- 8 外輪

- | | |
|-----|---------|
| 1 8 | 内輪軌道 |
| 1 9 | 外輪軌道 |
| 2 0 | 転動体 |
| 2 1 | ハブ |
| 2 2 | ナックル |
| 2 3 | 固定側フランジ |
| 2 4 | 回転側フランジ |
| 2 5 | 隅R部 |

【図 2】

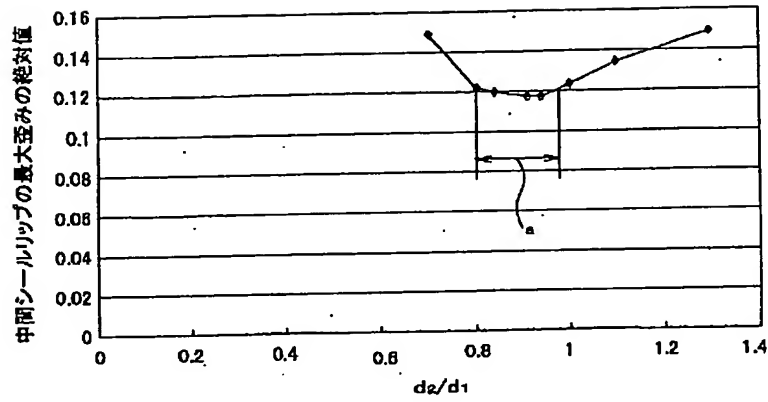


【図5】

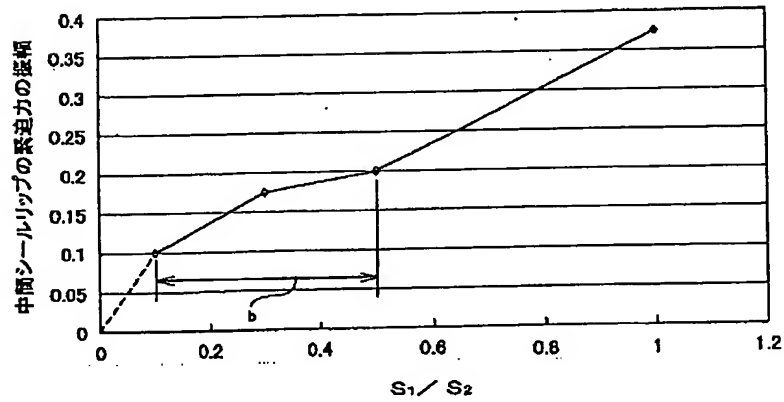


中間シールリップとスリングとの接触部の
円周方向位置

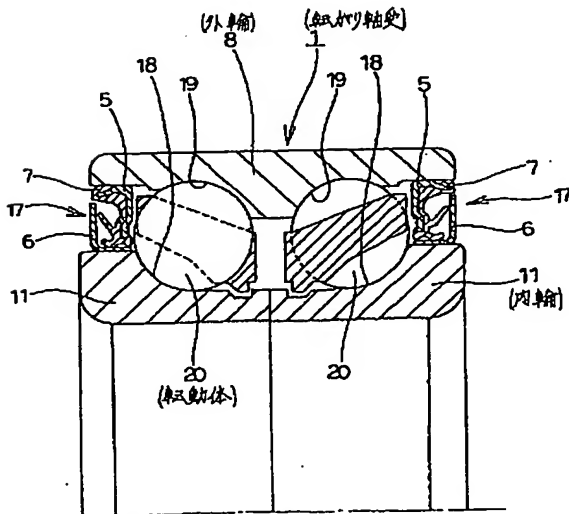
【図4】



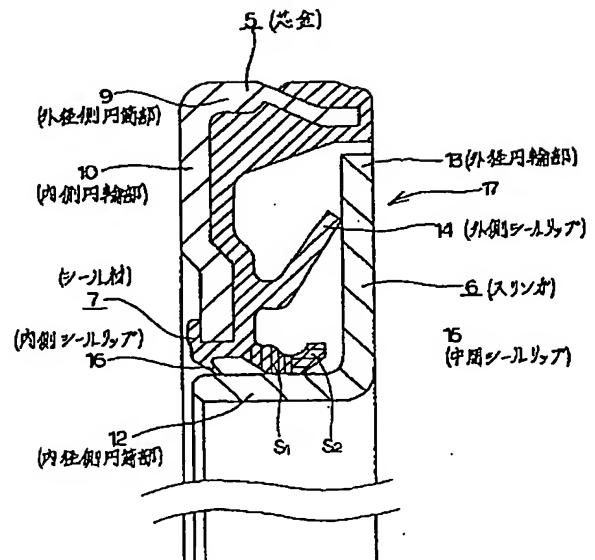
【図6】



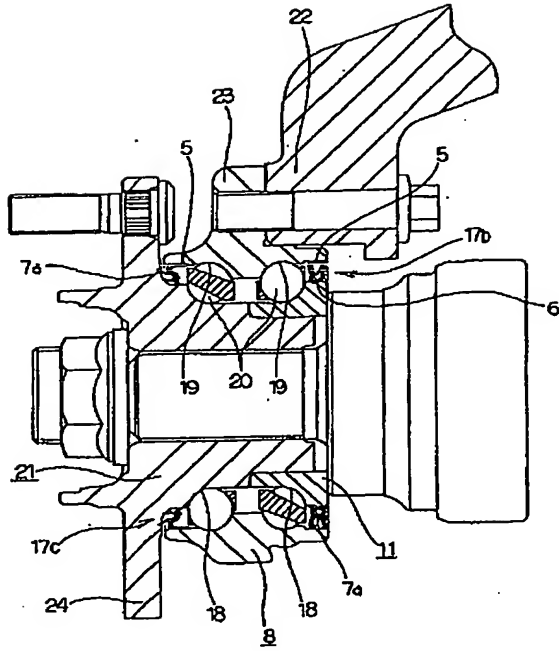
【図8】



【図9】



【図7】



【図10】

